

70774828-3	14/11/2019	גלובס - כותרת	עמוד 28	1/3	15.9x35.22
המכללה האקדמית כנרת - 13300					

שוק העבודה

האם מהפכת הרכב החשמלי תיתקע בגלל מחסור במהנדסים?

< דפנה ברמלי גולן, עמ' 28



מי יתחזק את הרכבת? המסלול שמהנדסי חשמל בורחים ממנו

בשנים הבאות ישראל תזדקק למהנדסי חשמל המתמחים במערכות הספק, כדי לקדם מעבר לכלי תחבורה חשמליים וייצור חשמל פרטי, אבל רק מעטים בוחרים במסלול הזה ויש מחסור במרצים מהתחום במכללות ובאוניברסיטאות • התאגדות מהנדסי החשמל ומשרד העבודה חלוקים על המספרים, אבל גם במשרדי הממשלה נערכים לפרישתם של עולי בריה"מ לשעבר, שהחזיקו את הענף / דכנה ברמלי גולן

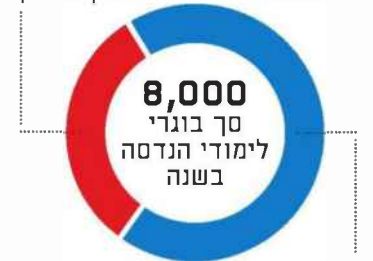
תחום האנרגיה צפוי להיות אחד האתגרים המשמעותיים במשך בשנים הקרובות – ממעבר לתחבורה המבוססת על הנעה חשמלית ועד שימוש באנרגיות מתחדשות ומעבר לייצור חשמל פרטי. אלא שלמרות הביקוש הרב למומחים שאמורים לקדם משימות אלה, מהנדסי חשמל עם התמחות במערכות הספק או זרם חזק, הסטודנטים לא נוהרים למסלול הלימודים הזה. הביקוש ללימודי הנדסת חשמל דווקא לא ירד, אפילו להפך – המסלולים מלאים בכל האוניברסיטאות, אבל רוב הסטודנטים בוחרים התמחות שתוביל אותם לשכר מפנק בהייטק, כמו אלקטרוניקה או תקשורת. המסלול הקלאסי של מערכות הספק מושך מעט מאוד מהסטודנטים, ובטכניון, שמתחזק פקולטה מפוארת להנדסת חשמל, הוא נסגר כבר ב־2002 בגלל הביקוש המועט והמחסור במרצים בתחום. עד השנים האחרונות מילאו את הוואקום שנוצר עולי בריה"מ לשעבר, שהגיעו בשנות ה־90 וסיפקו את כל צורכי המשק ואפילו הסכימו לעבוד במשכורות נמוכות. במידה מסוימת, הם קבעו את הסטנדרט בתחום. על פי מחקר שערך מכון אהרן למדיניות כלכלית במרכז הבינתחומי, שכר מהנדסי החשמל כענף החשמל עמד ב־2015 על 13,851 שקל, לעומת שכר ממוצע של 12,976 ביתר ענפי המשק. השכר של מהנדסי חשמל בהייטק עמד על 18,925 שקל. שיעור ההשתלבות של מהנדסי חשמל בהייטק עמד על 63% לעומת 78% במסלול התמחות של מחשבים בתוך הנדסת חשמל. המחקר מסתמך על נתוני הלמ"ס ל־2015 ונוגע למהנדסי חשמל בני 35–30.

פרופ' אריה בראונשטיין, שהקים את מגמת הורם החזק באוניברסיטת תל אביב ב־1971, מסביר איך הגענו למצב הזה. "אני הקמתי את התחום לפני כ־50 שנה והעמדתי אותו על הרגליים. היו לי הרבה מלחמות כדי להתקיים ולרוץ אחרי כספים ולריב עם הדקאן והרקטור. בשנות ה־90 הגיעה העלייה מבריה"מ לשעבר, שהביאה הרבה מאוד מהנדסי זרם חזק. מקום העבודה העיקרי עבורם היה חברת חשמל אבל גם חברות גדולות ועיריות. הם הסכימו לעבוד

רוב הסטודנטים להנדסה לא פונים להנדסת חשמל

2,500

בוגרי הנדסת חשמל ואלקטרוניקה



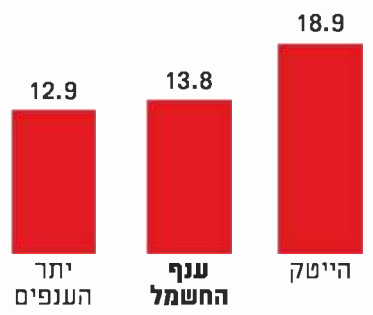
5,500

בוגרי הנדסה בתחומים שאינם הנדסת חשמל ואלקטרוניקה

מקור: התאגדות מהנדסי החשמל

כמה מרוויחים מהנדסי חשמל

ברוטו בחודש, באלפי שקלים, גילאי 30–35, מעודכן ל־2015



מקור: מכון אהרן

במשכורות לא הכי גבוהות. הסטודנטים הישראליים שראו את זה, ובמקביל ראו את התפתחות ההייטק שהציע משכורות נהדרות, זנחו את התחום. הייתי מסביר להם, שנכון, בהייטק אפשר להתחיל במשכורת של 20–25 אלף שקל בחודש, ובחברת החשמל ייתנו לך 7,000 שקל או 8,000 שקל, אבל בחברת חשמל אם אתה מחזיק ארבע־חמש שנים ומוכיח את עצמך, אתה יכול להגיע למשכורות גבוהות. אבל צריך רצון חזק".

לפי נתוני התאגדות מהנדסי החשמל, מדי שנה יש 8,000 בוגרי הנדסה, מהם כ־2,500 לומדים הנדסת חשמל ואלקטרוניקה. כשצריך לבחור כיוון לימודים, רק 300 בוחרים במערכות הספק מתח גבוה. מתוך 300

אלה כמחצית ניגשים למבחן לקבלת רישיון. באוניברסיטת בן גוריון לומדים במסלול מערכות הספק 15 סטודנטים בשנתו, כ־8% מכלל הסטודנטים בכיה"ס להנדסת חשמל ומחשבים. באוניברסיטת תל אביב, בוחרים במסלול זה כ־45 מהסטודנטים, וזה אחרי עלייה קלה בשנים האחרונות. הסטודנטים מחויבים לבחור שלושה מסלולים, כך שרק 20–10 מהם יבחרו בסופו של דבר לקבל רישיון גם בתחום מערכות הספק ולעבוד בתחום.

"אין מי שילמד את הסטודנטים"

ליוואקום שהשאירו האוניברסיטאות נכנסו המכללות. כיום מציעות לימודים בתחום, מלבד אוניברסיטאות תל אביב, בן גוריון ואריאל, המכללות אורט בראודה, כנרת, אפקה, מכון לב, המכון הטכנולוגי חולון, וסמי שמעון באשדוד ובבאר שבע. אלא שבהתאגדות טוענים שתנאי הקבלה למכללות לא מספקים, חסר בהן סגל הוראה מתאים ויש בהם תנאים בעייתיים לקבלת רישיון. "ברוב המכללות הרמה המקצועית היא לא גבוהה", אומר אמיל קויפמן, נשיא התאגדות מהנדסי החשמל. "לא בגלל שהן לא רוצות, הן פשוט לא יכולות. אני אגלה לך סוד. כל מכללה מתקיימת מזה שהיא מקבלת מהמדינה עבור כל סטודנט להנדסה 40 אלף שקל. זה עסק. האם יש במכללות אנשים שעברו, שיכולים להעביר לדור הצעיר את המקצוע לא רק את היסודות התיאורטיים? אין. יש פרופסור אחד בן 73 באוניברסיטת אריאל שיכול ללמד בתחום שלנו. יותר מזה אין. המכללות חייבות לקחת אנשים עם דוקטורט, או הן לוקחות מרצים עם PHD מתחום אחר, לא בהנדסת חשמל. תארי לך שברפואה היו לוקחים אורתופד ללמד קרדיולוגיה אם המדינה שמה על כל בוגר 200 אלף שקל, אז היא צריכה לקבל תמורה. אם היא לא מקבלת תמורה, היא צריכה לעצור את הכסף הזה.

"ואם אין סגל כדי ללמד בצורה איכותית, למה מחלקים את לימודי המקצוע ל־10–11 מכללות? בשווייץ ובאוסטריה יש 4–3 אוניברסיטאות שמלמדות את המקצוע".

70774875-5	14/11/2019	גלובס - כותרת	עמוד 29	2/3	26.82x31.12
המכללה האקדמית כנרת - 13300					



צילומים: ראמי אבוירש, התאגדות מהנדסי החשמל, יח"צ

סטודנטים מהמכללה האקדמית כנרת בסיור בתחנת הכוח אורות רבין

את קווי הרכבת הקלה? מי מהנדס שיצא לפנסיה? נייבא מהנדסי חשמל מהורו או שחברות סיניות יתפעלו את המתקנים שלנו? פרויקטים גדולים של מיליארדי שקלים מדרים כיוון שיש חוסר במהנדסים ונאלצים לקחת במקומם טכנאים והנדסאים".

לפי סקר משרות פנויות של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מתחילת השנה (ינואר-ספטמבר 2019), המציאות פחות מאימת: חסרים בממוצע כ־495 מהנדסי חשמל במשק. במשרד העבודה טוענים שנכון לעכשיו הם אינם מזהים מחסור, בין היתר בזכות הרפורמה שעשו. לפי נתוני המשרד, הביקוש לקבלת רישיון הנדסת חשמל לא רשם ירידה של ממש ובהסמכת מהנדסי החשמל דווקא חלה עלייה.

מספר הבקשות לרישיון דווקא קפץ

המסלול לקבלת רישיון בתחום של מערכות הספק ארוך ומפרך יותר מזה של מסלולי הנדסת חשמל אחרים (למשל תקשורת או אלקטרוניקה). הוא כולל ארבע שנות לימודים של הנדסת חשמל, שאחריהן נרשם הבוגר בפנקס המהנדסים ומקבל רישיון של חשמלאי ראשי. לאחר שנתיים "התנסות", הוא נדרש לעמוד במבחן. עד 2018 היה זה מבחן בעל פה בפני ועדה מקצועית, אבל מאז הרפורמה של משרד העבודה, ניתן לבחור בין מבחן בעל פה למבחן בכתב.

מטרת הרפורמה הייתה להקל את הדרך לקבלת הרישיון וליצור רף מקצועי אחיד. "בתקופת ההתנסות אין דרישות מוגדרות ובבחינה בעל פה המועמדים לא ידעו מה מצופה מהם", אומרת מיכל אבגנים, ראש האגף לאסדרת עיסוקים במשרד העבודה והרווחה. "כיום, באתר האגף מפורסמות 644 שאלות רבי־כרירה שמהן מורכבת



מיכל אבגנים, משרד העבודה והרווחה: "בבחינה בעל פה המועמדים לא ידעו מה מצופה מהם. כיום הבחינה היא שקופה ויודעים מה הרמה הנדרשת. יש יותר בקשות, ויותר מהנדסים בעלי רישיונות מוזרמים למשק"

40, רק 10% מקבלים רישיון. בהתאגדות טוענים שאין מדובר בקול זעקה של מהנדסים המעוניינים לשמור על ההונטה שלהם אלא כראגה אמיתית לגורל המשק והתעשייה בישראל. לדברי קויפמן, נשיא ההתאגדות, "המשק המודרני זקוק לכוח אדם הנדסי ברמה גבוהה וצריך להכין אותו. הדרישה למהנדסי חשמל רק תלך ותגבר. העולם עובר לגז טבעי, תחבורה חשמלית ציבורית ופרטית, אנרגיה מתחדשת, הפרטת משק החשמל ומעבר לייצור חשמל פרטי. כל אלו מצריכים ניהול נכון של אנרגיה וכוח אדם איכותי. ועוד לא דיברנו על חשמול הרכבת: 420 ק"מ של רכבות מנהריה עד אילת אמורים לעבור חשמול עד 2021. ומי יתחזק

מסכימים שהמחסור באנשי סגל הוא בעיה קשה. במכללות אומרים שאנשי הסגל שמלמדים אצלם הם למעשה אלה שמלמדים באוניברסיטאות או שעזבו אותן בגלל מחסור בתקנים. לדברי ד"ר דוד ברלה, ראש בית הספר להנדסת חשמל וראש מסלול התמחות של מערכות הספק ואנרגיה במכללת אפקה, המכללות לאט לאט נכנסות גם למחקר מדעי ויישומי. "נכון שהרמה הייתה נמוכה בהתחלה אבל הרמה הולכת ועולה", הוא אומר ומוסיף כי במכללת אפקה מתקבלים מדי שנה כ־140 סטודנטים לתוכנית לתואר ראשון להנדסת חשמל. בשנים האחרונות, מדי שנה בוחרים כ־35 סטודנטים בהתמחות מערכות הספק ואנרגיה. "זו עלייה של יותר מ־400% לעומת התקופה שלפני כעשר שנים". ד"ר יותם פלד, ראש המחלקה להנדסת חשמל ואלקטרוניקה במכללת האקדמית כנרת, אומר כי "הטענה שהכשרה במכללות פחות טובה אינה נכונה. מי שנותן לבסוף את הרישיון זה ועדה של משרד העבודה שעושה בדיקה חיצונית. חלק מהרגולציה הוזז אולי גם אחראית למחסור במהנדסים בתחום".

המהל"ג נמסר שהיא מאשרת פתיחת תוכניות לימודים לתואר ראשון. ההחלטה באשר למסלול הלימודים בתחום הלימוד היא באחריות המוסד". הנתונים על המחסור במהנדסי חשמל סותרים. בהתאגדות מהנדסי החשמל סבורים שמדובר בלא פחות מאסון לאומי ומדברים על מחסור של כ־4,000 מהנדסים עם רישיון: המשק הישראלי זקוק ל־6,500 מהנדסי חשמל אך בפועל ישנם כ־2,500 מהנדסים בעלי רישיון. מחצית מ־2,500 מהנדסי החשמל בעלי הרישיונות כבר חצו את גיל 60 וחלקם כבר לא בחיים. הגיל הממוצע הוא 55. בין המהנדסים עד גיל



אמיל קויפמן, נשיא התאגדות מהנדסי החשמל: "אם אין סגל כדי ללמד בצורה איכותית, למה מחלקים את לימודי המקצוע ל־10 ו־11 מכללות? בשווייץ ובאוסטריה יש 3-4 אוניברסיטאות שמלמדות"

עמנואל מרינקו, הבעלים של יאני – משרד תכנון להנדסת חשמל שעם לקוחותיו נמנים תחנות כוח פרטיות, חברות של אנרגיה ירוקה, אינטל, חיפה כימיקלים, מפעלי טבע, הנמלים ומפעלי ים המלח, מסכים עם קויפמן. "אני זקוק להרבה אנשים בתחום הזרם החזק, וכשאני מראיין מועמדים לעבודה אני פוגש את בוגרי המכללות, והם לא עומדים בדרישות. "לפעמים אנחנו לוקחים אנשים ברמה גבוהה שגמרו תחום אחר בהנדסת חשמל, למשל זרם חלש, אבל הם מאוד מוכשרים, ומלמדים אותם במשך שנה. אנשים שהגיעו למסקנה שהם לא רוצים הייטק. אנחנו מוצאים כאלה, אבל לא הרבה". ואולם גם אנשי האוניברסיטאות

70774876-6	14/11/2019	גלובס - כותרת	עמוד 29	3/3	10.3x31.52
המכללה האקדמית כנרת - 13300					

המודל הגרמני

"בגרמניה הטכנאים אחראים לאיכות המוצרים, לא המהנדסים"

■ "בכל העולם מתפעלים מהאיכות של המכוניות הגרמניות", אומר היינריך ויינולד (Heinrich Weinold) מראשי התאגדות מהנדסי החשמל הגרמנית. "בכל העולם אומרים לי, 'איזה מהנדסים נפלאים יש לכם', אבל הם טועים. אלה לא המהנדסים אלא הטכנאים שלנו שאחראים לאיכות של המוצרים בגרמניה, הם סוד ההצלחה של התעשייה הגרמנית". ויינולד הגיע לישראל כדי להשתתף בכינוס השנתי של התאגדות מהנדסי החשמל הישראלית. במושב על עתיד מקצוע הנדסת החשמל, הוא דיבר על המודל הגרמני להכשרת מהנדסים וטכנאים בתעשייה. "המודל שלנו מבוסס על קונספציה דו-מסלולית", אומר ויינולד ל"גלובס", "יש מסלול של מהנדסים שמסיימים תואר ראשון ותואר שני באוניברסיטה ויש טכנאים שלא לומדים יום אחד באוניברסיטה, אבל יש להם המילה האחרונה בהרכב מאוד מובנים. המהנדסים אחראים על החשיבה, התכנון והרעיונות היצירתיים, אבל הטכנאים הם אלה שאחראים על היישום ורק להם מותר לשחרר את המוצר אחרי שווידאו שהוא עומד באיכות הנדרשת". סוד האיכות של הטכנאים הגרמנים הוא בהכשרה המעשית הממושכת שהם מקבלים. מסלול ההכשרה מתחיל כבר בגיל 15. במקום לסיים את שלוש שנות הלימוד האחרונות שלהם בתיכון עיוני, הטכנאים הצעירים כבר נקלטים לסטאז' במפעל או בסדנת הייצור. אחרי שצברו שלוש שנות ניסיון מעשי, יקבלו מתמחים בתחום החשמל תעודת הסמכה של חשמלאי. לאחר שלוש שנות עבודה כחשמלאי, ניתן לגשת להתמחות (Meister) של שלוש שנים נוספות בטרם יזכו בתואר הנכסף של טכנאי ראשי או בכיר: Chief Electrical engineering Technician. המסלול המקביל של מהנדסים כרוך בהשלמת 12 שנות לימוד בבית ספר וחמש שנות לימוד באוניברסיטה, עם שתי תקופות התמחות קצרות של שלושה חודשים לפני הלימודים ואחריהם. מספר מהנדסי החשמל בגרמניה מוערך בכ-800 אלף ומספר הטכנאים - כפול. גם בגרמניה נוצר בשנים האחרונות מחסור הולך וגדל במהנדסים. למרות גידול ניכר במספר המהנדסים המהגרים לגרמניה יודקק המשק הגרמני בעשור הקרוב לעוד 100 אלף מהנדסי חשמל בשנים הקרובות, מעריך ויינולד. ועדיין, עם כל הצורך במהנדסים, ויינולד סבור כי ההשקעה בטכנאים חשובה יותר. "הטכנאים הראשיים שלנו לא למדו יום אחד באוניברסיטה", אומר ויינולד, "אבל יש להם 9 שנות ניסיון מקצועי בעבודה. עבור מהנדס חשמל כמוני, שהגיע מהאוניברסיטה עם שני תארים ואפס ניסיון מעשי, טכנאי ראשי כזה הוא דמות שצריך להקשיב לה וללמוד ממנה, ולא להיפך".



יינולד. הכשרה ארוכה צילום: יניב כהן

15 שנה להכשרה של טכנאי הנדסה

9

שנים

בית ספר יסודי וחטיבת ביניים

+

3

שנים

הכשרה בחברה

=

חשמלאי

+

3

שנים

פרקטיקה

=

טכנאי הנדסה ראשי

● "יותר מכך. הם המנהיגים. אתה לא יכול לקבל אישור לפעול כחברה בתחום הרכב, למשל, אם אין לך חשמלאי ראשי".
● בישראל יש למסלול המקצועי בעיית תדמית קשה, במסלול שאליו נפלטים מי שאינם מוכשרים מספיק למסלול העיוני.
"זה מאוד חבל. בגרמניה לא קל להתקבל למסלול המקצועי כי הוא מבטיח מסלול אטרקטיבי, שכר מכובד ומעמד בעבודה. צריך כל הזמן לזכור שבסוף בסוף אלה הם האנשים שמוזים את התעשייה ולא המהנדסים".
● עמירם בוקת